

## 小型 UAV による高解像度の DEM・NDVI データを用いた作物の生育状況の把握

### Monitoring of Crop Growth Using High-Resolution DEM and NDVI

by Small Unmanned Aerial Vehicle

○張 可\*, 小暮嘉樹\*, 辻 修\*

CHOU Ka, KOGURE Hiroki, TSUJI Osamu

#### 1. はじめに

小型 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)は高空間解像度・機動的観測および各種センサを搭載可能となったことにより、農業におけるリモートセンシングの一手段としての位置が確定されてきた。しかし、高解像度の空撮画像による DEM(Digital Elevation Model)や NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)などの空間情報の取得方法や実用性については、また多くの検討が必要である。本研究では、小型 UAV の空撮により取得した高解像度の DEM・NDVI データを用い、作物の草丈および活性度の変動を推定することにより、作物の生育状況を把握することの可能性を検討した。また、ラッカセイ圃場の NDVI と子実収量の関係より、収量予測を試みた。

#### 2. 調査方法および解析方法

北海道帯広市に位置する帯広畜産大学構内の実験圃場において小型 UAV による空撮を行った。DEM・NDVI データ取得のための空撮はそれぞれ 2018 年 5 月 19 日～10 月 3 日, 7 月 26 日～10 月 4 日において概ね週一回の頻度で行った。圃場の詳細を Fig.1 に示す。DEM データを取得するためには、圃場全体(面積:3.4ha)を空撮した。使用した UAV は Phantom4 Pro(DJI 社)である。草丈推定には空撮画像より取得した差分 DEM 画像を用いたが、その検証のため、ヒマワリ圃場およびエゴマ圃場において草丈の実測も行った。また NDVI データを取得するため、別途ラッカセイ圃場(面積:0.9ha)の空撮をマルチスペクトルセンサ(Sequoia(Parrot 社))搭載の Inspire1(DJI 社)によって行った。なおラッカセイ圃場にはタチマサリ、郷の香、おおまさり、ナカテユタカ、千葉半立の 5 品種が、それぞれ移植および直播の 2 手法で栽培されていた。これらの品種中、タチマサリと郷の香は早生品種であり、他の三種は晩生品種であった。

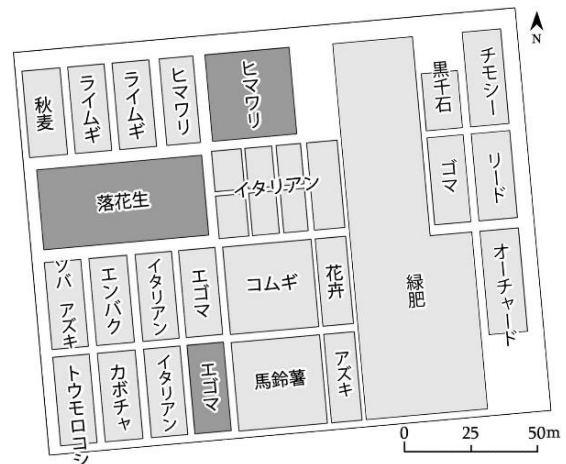


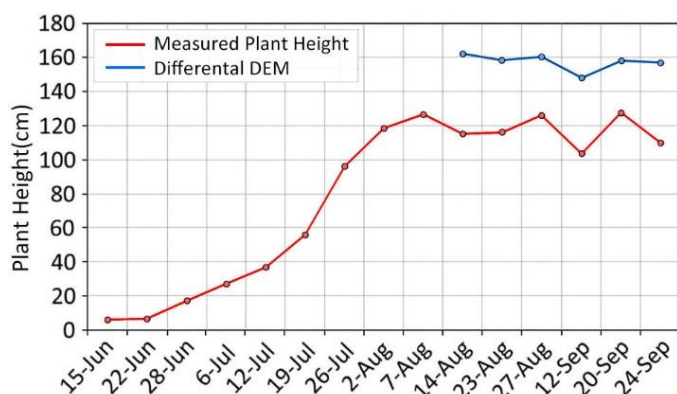
Fig.1 調査圃場詳細  
Detail of Study Site

作物の草丈を推定した差分 DEM の算出には、まず UAV で撮影した RGB 画像から、SfM ソフト Photoscan ver1.3(Agisoft 社)を用い、RGB オルソモザイク画像および DEM を作成した。そして、ArcGIS ver10.3.1(Esri 社)を用い、5 月 19 日の裸地状態の DEM を基準とし成長過程の DEM との差分により、作物の草丈を推定した。NDVI データは、マルチスペクトルセンサから得られたマルチスペクトル画像を Photoscan と ArcGIS で解析し算出した。

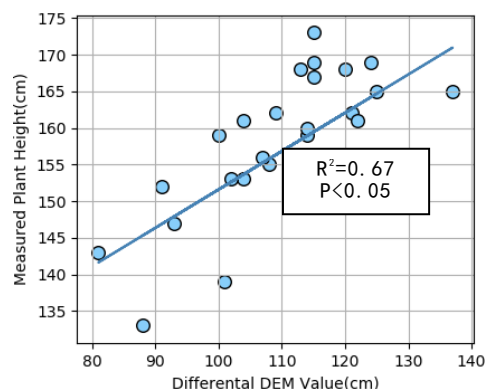
\* 帯広畜産大学 Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine  
キーワード: UAV, DEM, NDVI

### 3. 結果および考察

ヒマワリ圃場における差分 DEM による推定草丈と実測値草丈の経時変化を **Fig.2** に示す. これより差分 DEM による草丈推定値は実測値と比較し, 低めの値を示した. これは, 実測においてはヒマワリを直立させて計測を行うため, 自然状態のヒマワリ頭頂部の高さを示す差分 DEM 値と比較すると高い数値になったものと考えられる. そこで実測値と差分 DEM の相関関係を調べると両者には有意な相関関係が示され(**Fig.3**), 差分 DEM による草丈の推定は可能であることがわかった. また, その成長過程において, 台風通過時(9/5)やヒマワリの立ち枯れ時(9/25)には, 明らかに草丈の低下を示しており, 成長過程における倒伏や登熟, 壊死といった作物成長過程における重要な情報も定量的に入手可能となることが示唆された.

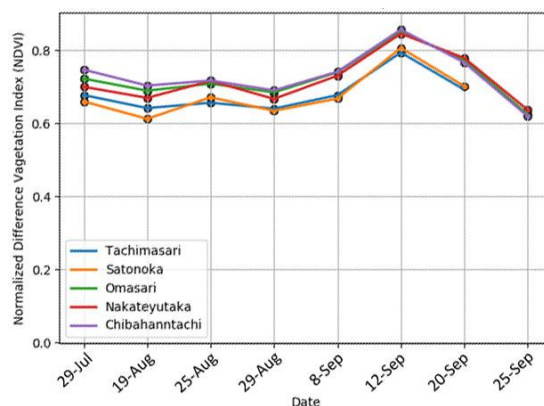


**Fig.2** ヒマワリ圃場の草丈時系列  
Time-series of Plant Height(Sunflower Field)



**Fig.3** 実測値と差分 DEM の関係  
Relationship between Measured Height and Differential DEM

次にラッカセイ圃場における移植栽培・5 品種の NDVI の経時変化を **Fig.4** に示す. これよりラッカセイ圃場における NDVI は 6 月末から 8 月中旬までは, あまり変化なく推移したが, 8 月下旬になると増加傾向を示し, 9 月 12 日に最高値となり, その後低下していた. 9 月 12 日に最高値になったのは 8 月下旬に施用した追肥の影響により光合成が一時期盛んになったためと考えられる. このように小型 UAV による NDVI 画像では追肥などに起因する作物の光合成強度の変動を定量的に把握できることが示唆された.



**Fig.4** ラッカセイ圃場の NDVI 時系列(移植)  
Time-series of NDVI (Transplanted Peanut)

本研究はさらに, NDVIと収量の関係を考察した. ラッカセイ収量に関しては一般的に, 移植栽培の場合は分けつ期の終わりに, 直播栽培の場合は開花期に, NDVI と収量の相関が最大になると言われている. しかし, 今回の調査ではおおまさりのみ, 移植・直播共にこの時期において強い相関がみられた( $R^2=0.76$ (移植),  $R^2=0.99$ (直播))が他の品種においては強い相関関係を見ることができなかった. この原因としては, おおまさは伏性品種であり, 上空からほとんどの葉を撮影することができたためと考えられる. この結果を踏まえると, NDVIと葉面積を掛け合わせるとより良い収量モデルが構築できると考えられる.

最後に, この研究は帯広市連携事業「若者がけん引するしごとづくり・まちづくりプラン」補助金の一部を使用したことを記して感謝する.